

50. Internationales Wissenschaftliches Kolloquium

September, 19-23, 2005

**Maschinenbau
von Makro bis Nano /
Mechanical Engineering
from Macro to Nano**

Proceedings

Fakultät für Maschinenbau /
Faculty of Mechanical Engineering

Startseite / Index:

<http://www.db-thueringen.de/servlets/DocumentServlet?id=15745>

Impressum

Herausgeber:	Der Rektor der Technischen Universität Ilmenau Univ.-Prof. Dr. rer. nat. habil. Peter Scharff
Redaktion:	Referat Marketing und Studentische Angelegenheiten Andrea Schneider Fakultät für Maschinenbau Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Kurtz, Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. med. (habil.) Hartmut Witte, Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Gerhard Linß, Dr.-Ing. Beate Schlütter, Dipl.-Biol. Danja Voges, Dipl.-Ing. Jörg Mämpel, Dipl.-Ing. Susanne Töpfer, Dipl.-Ing. Silke Stauche
Redaktionsschluss: (CD-Rom-Ausgabe)	31. August 2005
Technische Realisierung: (CD-Rom-Ausgabe)	Institut für Medientechnik an der TU Ilmenau Dipl.-Ing. Christian Weigel Dipl.-Ing. Helge Drumm Dipl.-Ing. Marco Albrecht
Technische Realisierung: (Online-Ausgabe)	Universitätsbibliothek Ilmenau ilmedia Postfach 10 05 65 98684 Ilmenau
Verlag:	 Verlag ISLE, Betriebsstätte des ISLE e.V. Werner-von-Siemens-Str. 16 98693 Ilmenau

© Technische Universität Ilmenau (Thür.) 2005

Diese Publikationen und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt.

ISBN (Druckausgabe):	3-932633-98-9	(978-3-932633-98-0)
ISBN (CD-Rom-Ausgabe):	3-932633-99-7	(978-3-932633-99-7)

Startseite / Index:
<http://www.db-thueringen.de/servlets/DocumentServlet?id=15745>

B. S. Padun / R. V. Ilienkov

Theoretische Aspekte zur Synthese flexibler Montagezellen

Aktualität: Die automatisierte Projektierung von Montageoperationen der Adaptiven und Selektiven Montage (ASM) verlangt ein mathematisches Methode zur Synthese- und Analyse des Montagesystems. Ein gegenwärtig entwickelter Programmbaustein ASM-SIM [1] simuliert die Montagefolge und ermöglicht damit Schlussfolgerungen zur Dimensionierung einer ASM-Zelle. Der dafür zu Grunde gelegte Graph ist für die automatisierte Projektierung und Synthese flexibler Montagezellen nicht ausreichend. Dazu sind im Montageprozess Hilfsoperationen, z.B. Lageveränderung, Messung und Kontrolle einzubeziehen. Diese Aufgabenstellung erfordert eine spezielle mathematische Herangehensweise.

Verwendete Begriffe: Das technologisches Montagesystem (TMS) ist das System von Einrichtungen und Aktionen (Algorithmen), das den Zusammenbau von Erzeugnissen aus Baugruppen und Bauteilen mit der geforderten Qualität gewährleistet.

Das technologisches Montagesystem besteht allgemein aus Ausführungseinrichtungen, dem technologischen Montageprozess, den Objekten an denen Aktionen durchgeführt werden und dem Rückkopplungssystem mit den vorgelagerten Arbeitsvorgängen, das den adaptiven Zusammenbaus gewährleistet.

Ausführungseinrichtungen sind technische Mittel, mit denen der Montageprozess durchgeführt wird. Sie sind sowohl für Montage, Prüfung, Transport und Lagerung der Montageobjekte vorgesehen, als auch zur Steuerung, Analyse und Korrigieren des Montageprozesses und zur Verwaltung der Datenbasis zu montierender Objekte (Bauteile, Baugruppen und Erzeugnisse).

Der technologischen Montageprozess ist das Aktionssystem, welches Montage, Transport, Übergabe, Messung, Abnahme und Verpacken der Objekten sowie die Bewertung von technologischen Situationen und Veränderung der Montagereihenfolgen u.a. gewährleistet.

Eine Aktion ist eine technologisch abgeschlossener Arbeitsvorgang, der vom technologischen Montagesystem oder einer einzelnen konkreten Ausführungseinrichtung mit vorgegebener Erzeugnis- oder Bauteilqualität durchgeführt wird. Alle Aktionen im technologischen System sind in vier Gruppen eingeteilt: Hauptaktionen, die mit der Montage und Qualitätskontrolle der Montage verbunden sind; Hilfsaktionen, die mit Transport, Aufnahme und Abnahme von Objekten verbunden sind; Steuerungsaktionen, die mit Analyse und Veränderung des technologischen Prozesses (Montagealgorithmus) verbunden sind; Rückkopplungsaktionen. Die ersten drei Gruppen bestimmen den technologischen Prozess. Besitzt ein technologischer Prozess nur Aktionen der ersten drei Gruppen (traditionale Aktionen), bezeichnet man diesen als unveränderlich. Sind alle vier Gruppen im technologischen Prozess integriert, bezeichnet man diesen als adaptiv. Die vierte Aktionsgruppe bestimmt die adaptiven Eigenschaften des gesamtem technologischen Prozess der Erzeugnisherstellung und ermöglicht die Steuerung des Montageerfolges.

Der **Projektierungsprozess** des technologischen Montagesystems wird in drei Etappen durchgeführt: Synthese, Analyse und Variantenbewertung, Auswahl der optimalen Variante. Dieser Prozess ist als iterativer Prozess organisiert. Die Aufgaben der erste Etappe sind: Bestimmung der möglichen zeitlichen Reihenfolge der Durchführung von Montageoperationen, Projektierung des Montageschema, Ausarbeitung des vollständigen Montagegraphs, Projektierung der Wechselbeziehungen

der Ausführungseinrichtungen bei der Erzeugnismontage, Bestimmung der quantitativen Parameter der Ausführungseinrichtungen des technologischen Montageprozesses.

Zur Lösung der ersten und zweiten Aufgabe werden die Methoden der Graphentheorie verwendet. Ein Graph charakterisiert mögliche Montagenreihenfolgen für Erzeugnisse: $P = (A, \Gamma)$, mit A – Objektmenge im technologischen Montagesystem und Γ – Beziehungen zwischen den Objekten. $\Gamma(a_i) = \{ \text{es sei } a_i \in A \text{ und } a_j \in A, \text{ dann gilt } a_j \in \Gamma(a_i), \text{ wenn das Objekt } a_i \text{ eine Paarungsebene mit dem Objekt } a_j \text{ hat} \}$. Ist $a_j \in \Gamma(a_i)$, dann existieren die Kanten (a_i, a_j) und (a_j, a_i) . Auf diesem Graph werden volle symmetrische Subgraphen ausgezeichnet, die man als Baueinheiten betrachten kann. Danach werden diese Subgraphen in einen Einheitsgipfel zusammengezogen und wieder als vollständige symmetrische Subgraphen ausgezeichnet. Dieses Verfahren wird so lange wiederholt, bis dieser Graph nicht als ein Gipfel entartet. Danach wird für jede Baueinheit die zeitliche Reihenfolge festgestellt. Der erhaltene Graph ist das Montageschema.

Die dritte Aufgabe besteht in der Auswahl des Montagealgorithmus und dem Einsatz von Montagekontrollaktionen, Hilfs- und Steuerungsaktionen.

Zur Lösung der vierten und fünften Aufgabe wird der ausführende Teil des technologischen Montagesystem mit dem ermittelten vollständigen Montagegraph und Anwendung von Methoden linearer Graphen (Graphenverbindungen) formiert. Jeder Gruppe von Ausführungseinrichtungen (z.B. Transport, Kontrolle ...) werden Element des Graphen und Halbkanten zugeordnet. Zur Identifikation jeder Einrichtung werden die Halbkanten mit der Eigenschaft <Verhältnis> <Bezeichnung> verglichen. Die Elemente des vereinigten Graphen definieren in Übereinstimmung mit dem Montagegraph und den entsprechenden Halbkanten die konkreten Eigenschaften der Ausführungseinrichtungen.

Literatur- bzw. Quellenhinweise:

- [1] Ilienkov, R.V.; Zocher, K.-P., Padun, B.S.: Programmbaustein ASM–SIM zur Dimensionierung von ASM-Zellen. In: 50. IWK TU Ilmenau 2005, Vortragsreihe 12 – Entwicklung der modernen Fabrik

Autorenangabe(n):

Dr. B.S. Padun

R.V. Ilienkov

St. Petersburger Staatliche Universität für Informationstechnologie, Mechanik und Optik (ITMO)

Sablinskaja ul.14

197101 St.Petersburg, Russia

Tel.: +7 812 233-58-98

Fax: +7 812 233-58-98

e-mail: bsp@tps.ifmo.ru ; RIlienkov@softdev.spb.ru